

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-092992

(43)Date of publication of application : 06.04.2001

(51)Int.Cl.

G06T 17/00

G06F 17/50

G06T 15/40

G06T 15/00

(21)Application number : 11-271244

(71)Applicant : RICOH CO LTD

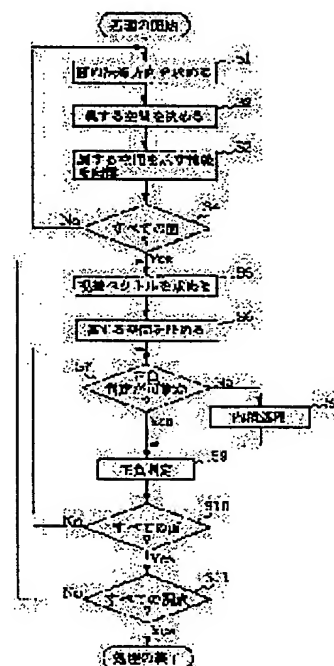
(22)Date of filing : 24.09.1999

(72)Inventor : FUKUHARA TORU

**(54) THREE-DIMENSIONAL SHAPE PROCESSING METHOD AND RECORDING MEDIUM  
RECORDING PROGRAM FOR EXECUTING THE SAME****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a three-dimensional(3D) shape processing method capable of discriminating the inside and outside of respective surfaces of a 3D shape in a short time when displaying the 3D shape.

**SOLUTION:** In the 3D shape processing method related to 3D shape display watched from one or plural viewpoints, concerning the respective surfaces of the 3D shape to become a target, a normal vector is obtained (S1), an area (space) to which the normal vector belongs, is determined (S2), and the sorted result information showing the area is stored (S3). When displaying a state watched from one or plural viewpoints, a glance vector is obtained (S5) and an area to which the glance vector belongs, is determined and defined as sorted result information (S6). When discriminating whether the inner product of each normal vector and the glance vector is positive or negative, when the positive/negative discrimination based on the sorted result information is enabled (Yes in S7), it is discriminated according to each of sorted result information (S9).

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

のビットパターンと法線ベクトルとを内積計算を行うこととなるが、内積の正負判定が可能か否かを判定する(S7)。法線ベクトルまたは視線ベクトルのビットパターンがいずれかの座標軸と一致する場合は、内積計算を行うこととなるが、内積の正負判定が可能か否かを判定する。

【0009】そして、内積計算を行うこととなる内積の正負判定が可能であるか判定されたならば(S7でYes)、データ処理部1は取得した法線ベクトルと視線ベクトルとを内積計算を行う(S8)。例えば法線ベクトルと視線ベクトルが同じ8分割領域に属していれば、つまり二つのビットパターンが同じであれば、内積は正であると判定する。なお、ビットパターンが同じか否かは二つのビットパターンを論理演算することにより簡単に判定することができる(図7(a)参照)。また、法線ベクトルを含む領域と視線ベクトルを含む領域とが原点のみで接し、前記それぞれ領域が原点を基準として互いに反対側の領域であると判定されたならば、二つのベクトルの内積は負と判定する。この場合も二つのビットパターンの論理演算から内積の正負判定を行うことができる。また、法線ベクトルまたは視線ベクトルがいずれかの座標軸と一致するとき、前記法線ベクトルまたは視線ベクトルの両方のベクトルの内積が正であると判定し、他方のベクトルが前記4つの領域に属しない場合は前記二つのベクトルの内積が負であると判定する。それに対して、ステップS7において、図7(b)に示したようにビットパターンが一致せず、内積計算をしなければ内積の正負判定ができないと判定されたならば(S7でNo)、法線ベクトルおよび視線ベクトルの各座標軸成分から、 $xaxb+yayb+zazb$ を計算して(S8)、正負を判定する(S8)。前記のような正負判定をすべての面について行い、すべての面について終了したか否かを判定し(S11)、終了していない場合は(S11でNo)ステップS5からくり返す。そして、すべての視点について終了すると(S11でYes)この動作フローを終了させる。なお、上記の実施形態は、複数の視点から見た場合でも適用可能で、一つの視点から見た場合であっても、本発明を適用することができ、同様の効果を得ることができる。以上、図1に示した3次元形状処理システムについて説明したが、この実施形態の記載した3次元形状処理方法に従ってプログラミングしたプログラムを、CD-ROMやFDなど着脱可能な記憶媒体などに記憶することにより、その記憶媒体をそれまで本発明の3次元形状処理を行ななかつた情報処理装置に装着して、その情報処理装

置において本発明の3次元形状処理を行えるようにすることもできる。

【0010】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、請求項1記載の発明では、対象となる3次元形状について一つまたは複数の視点から見た状態を表示する際、表示に先立、前記視点から見た前記3次元形状のそれぞれの面が表か裏かを判定するための前記表示に関する初期処理が予め行われるので、3次元形状を表示させる際の3次元形状のそれぞれの面の表裏判定を短い時間で行うことができ、したがって、表示のレスポンス性が向上する。また、請求項2記載の発明では、請求項1記載の発明において、対象となる3次元形状のそれぞれの面に、その法線ベクトルに基づいて予め複数のグループに分類した分類結果情報に記憶しておかれ、一つまたは複数の視点から見た状態を表示する際、それぞれの法線ベクトルと視線ベクトルとの内積の正負判定を行うと、前記分類結果情報に従って判定されるので、3次元形状のそれぞれの面の法線ベクトルと視線ベクトルとの内積を90度以内かどうかという判定、つまり表裏判定を短い時間で行うことができ、したがって、表示のレスポンス性が向上する。また、請求項3記載の発明では、請求項2記載の発明において、法線ベクトルが、3次元の座標軸で区切られた8つの領域のどこに含まれるかによって前記法線ベクトルを有するそれぞれの面が分類され、その分類結果情報に記憶しておかれ、前記法線ベクトルと視線ベクトルとの内積が90度以内かどうかを判定することであり、したがって、状況によっては表裏判定を極めて短い時間で行うことができる。また、請求項4記載の発明では、請求項3記載の発明において、法線ベクトルと視線ベクトルとが同じ領域に含まれると判定されたならば、前記二つのベクトルの内積が正であると判定されるので、法線ベクトルと視線ベクトルとが同じ領域に含まれる場合、表裏判定を極めて短い時間で行うことができる。

【0011】また、請求項5記載の発明では、請求項3記載の発明において、法線ベクトルを含む領域と視線ベクトルを含む領域とが原点のみで接し、前記それぞれの領域が原点を基準として互いに反対側の領域であると判定されたならば、前記二つのベクトルの内積が負であると判定されるので、法線ベクトルを含む領域と視線ベクトルを含む領域とが原点のみで接し、前記それぞれの領域が原点を基準として互いに反対側の領域である場合、表裏判定を極めて短い時間で行うことができる。また、請求項6記載の発明では、請求項3記載の発明において、法線ベクトルまたは視線ベクトルがいずれかの座標軸と一致するとき、前記法線ベクトルまたは視線ベクトルの属する4つの領域に他方のベクトルがあるならば前記二つのベクトルの内積が正であると判定され、他方の

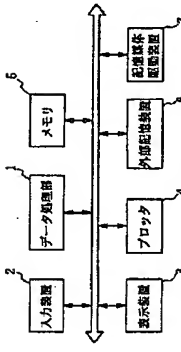
ベクトルが前記4つの領域に属しない場合は前記二つのベクトルの内積が負であると判定されるので、法線ベクトルまたは視線ベクトルがいずれかの座標軸と一致する場合、表裏判定を極めて短い時間で行うことができる。また、請求項7記載の発明では、請求項1乃至請求項6記載の3次元形状処理方法を実施するようにプログラムされたプログラムが例えば着脱可能な記憶媒体に記憶されるので、その記憶媒体をコンピュータなどの情報処理装置に読み取らせ実行させることにより、その情報処理装置において請求項1乃至請求項6記載の発明と同様の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

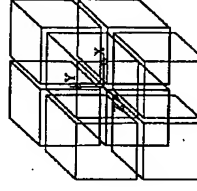
【図1】本発明の実施の形態の一例を示す3次元形状処理システムの構成ブロック図である。  
【図2】本発明の実施の形態における3次元形状処理方法の説明図である。  
【図3】本発明の実施の形態における3次元形状処理方法の他の説明図である。  
【図4】本発明の実施の形態における3次元形状処理方法

【符号の説明】  
1：データ処理部  
2：入力装置  
3：表示装置  
4：プロッタ  
5：メモリ  
6：外部記憶装置  
7：記憶媒体駆動装置

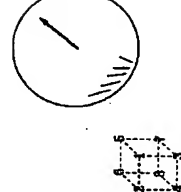
【図1】



【図2】



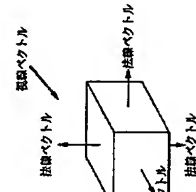
【図3】



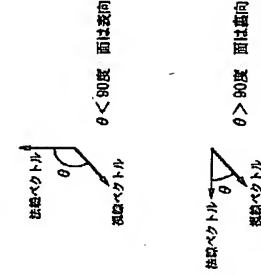
【図4】



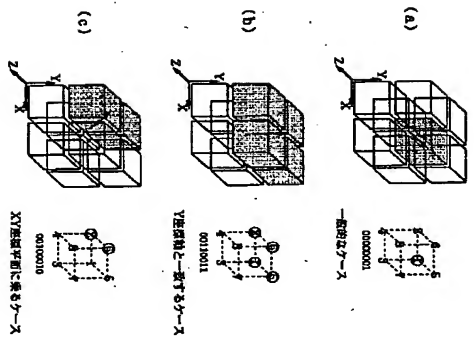
【図8】



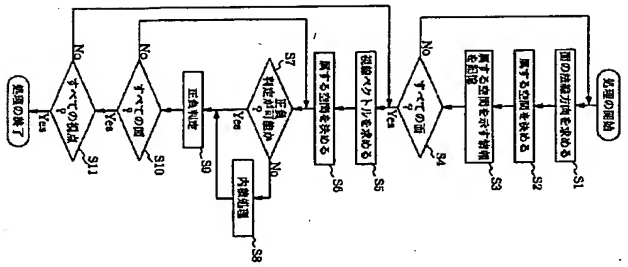
【図9】



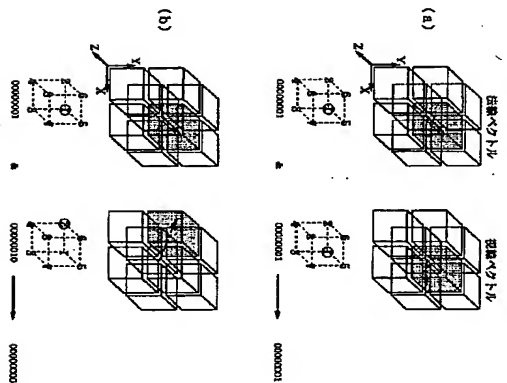
【図5】



【図6】



【図7】





3  
点の乗算などを行う必要があったので、表示のレスポンスが遅いという問題があった。本発明の課題は、このような低帯域の問題を解決し、視点の位置によって表裏が変わることによって表示内容が変わるために行う必要があった。3次元形状を表示する際の3次元形状のそれぞれ別の面の表裏判定、つまり、3次元形状のそれぞれの面の法線ベクトルと視線ベクトルとの成す角が90度以内かどうかという判定を短い時間で行うことができれば3次元形状処理方法およびこの方法を実行するためのプログラムを記録した記録媒体を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】前記の課題を解決するために、請求項1記載の発明では、一つまたは複数の視点から見た3次元形状表示に關わる3次元形状処理方法において、対象となる3次元形状について一つまたは複数の視点から見た状態を表示する際、表示に先立ち、前記視点から見て前記3次元形状のそれぞれの面が表か裏かを判定するための前記表示に關わる初期処理を予め行うべくようにした。また、請求項2記載の発明では、請求項1記載の発明において、対象となる3次元形状のそれその面の面について、その法線ベクトルに基づいて予め複数のグループに分類した分類結果情報（情報）を記憶しておき、一つまたは複数の視点から見た状態を表示する際、それらの法線ベクトルと視線ベクトルとの内積の正負判定を行うとき、前記分類結果情報に従って判定するようにした。また、請求項3記載の発明では、請求項2記載の発明において、法線ベクトルが、3次元の座標軸で区切られた8つの領域のどこに含まれるかによって前記法線ベクトルを有するそれその面が分類され、その分類結果情報がそれぞれの面に対して記憶される。請求項4記載の発明では、請求項3記載の発明において、法線ベクトルと視線ベクトルとが同じ領域に含まれると判定されたならば、前記二つのベクトルの内積が正であると判定される。請求項5記載の発明では、請求項3記載の発明において、法線ベクトルを含む領域と視線ベクトルを含む領域とが原点のみで接し、前記それぞれの領域が原点を基準として互いに反対側の領域であると判定されたならば、前記二つのベクトルの内積が負であると判定される。請求項6記載の発明では、請求項3記載の発明において、法線ベクトルまたは視線ベクトルまたは視線ベクトルの属する4つの領域に他方のベクトルがあるならば前記二つのベクトルの内積が正であると判定され、他方のベクトルが前記4つの領域にないならば前記二つのベクトルの内積が負であると判定される。請求項7記載の発明では、記録媒体に含まれるプログラムをコンピュータに読み込ませることで請求項1乃至請求項6記載の3次元形状処理方法を実現できる。したがって、記録媒体によってこれをソフトウェア商品として製造と独立して、或いは装置とセットにして容易に配布、販売することができるようになる。

30  
また、請求項4記載の発明では、請求項3記載の発明において、法線ベクトルと視線ベクトルとが同じ領域に含まれると判定されたならば、前記二つのベクトルの内積が正であると判定され、他方のベクトルが前記4つの領域にないならば前記二つのベクトルの内積が負であると判定される。請求項7記載の発明では、記録媒体に含まれるプログラムをコンピュータに読み込ませることで請求項1乃至請求項6記載の3次元形状処理方法を実現できる。したがって、記録媒体によってこれをソフトウェア商品として製造と独立して、或いは装置とセットにして容易に配布、販売することができるようになる。

40  
【0005】前記のような手段を採用したので、請求項1記載の発明では、対象となる3次元形状について一つまたは複数の視点から見た状態を表示する際、表示に先立ち、前記視点から見て前記3次元形状のそれぞれの面が表か裏かを判定するための前記表示に關わる初期処理が予め行われる。請求項2記載の発明では、請求項1記載の発明において、対象となる3次元形状のそれその面について、その法線ベクトルに基づいて予め複数のグループに分類した分類結果情報が記憶しておかれ、一つまたは複数の視点から見た状態を表示する際、それぞれの法線ベクトルと視線ベクトルとの内積の正負判定を行うとき、前記分類結果情報に従って判定される。請求項3記載の発明では、請求項2記載の発明において、法線ベクトルが、3次元の座標軸で区切られた8つの領域のどこに含まれるかによって前記法線ベクトルを有するそれその面が分類され、その分類結果情報がそれぞれの面に対して記憶される。請求項4記載の発明では、請求項3記載の発明において、法線ベクトルと視線ベクトルとが同じ領域に含まれると判定されたならば、前記二つのベクトルの内積が正であると判定される。請求項5記載の発明では、請求項3記載の発明において、法線ベクトルを含む領域と視線ベクトルを含む領域とが原点のみで接し、前記それぞれの領域が原点を基準として互いに反対側の領域であると判定されたならば、前記二つのベクトルの内積が負であると判定される。請求項6記載の発明では、請求項3記載の発明において、法線ベクトルまたは視線ベクトルまたは視線ベクトルの属する4つの領域に他方のベクトルがあるならば前記二つのベクトルの内積が正であると判定され、他方のベクトルが前記4つの領域にないならば前記二つのベクトルの内積が負であると判定される。請求項7記載の発明では、記録媒体に含まれるプログラムをコンピュータに読み込ませることで請求項1乃至請求項6記載の3次元形状処理方法を実現できる。したがって、記録媒体によってこれをソフトウェア商品として製造と独立して、或いは装置とセットにして容易に配布、販売することができるようになる。

50  
【0006】以下、図面により本発明の実施の形態の形態を詳細に説明する。図1は本発明の実施の形態の一例を示す3次元形状処理システム1の構成ブロック図である。図示するように、この実施の形態の3次元形状処理システムは、プログラムをロードするメモリとそのプログラムに従って動作するCPUを有する3次元形状モデルを生成したり、一つまたは複数の視点から見た各面の表裏判定を行ったり、それらは後で3次元形状モデルを表示せたりするデータ処理部1、プロセスやキーボードを有して、利用者が指示内容などを入力する入力装置

2. 3次元形状モデルなどを表示する表示装置3、3次元形状モデルなどを用紙上に出力するプロッタ4、各種データを一時的に記憶するメモリ（例えばRAM）5、複数の3次元形状モデルデータ（以下、形状データと略す）やプログラムなどを記憶する外部記憶装置（例えばハードディスク装置）6、若し可能なら配信媒体を駆動する配信媒体駆動装置7などを備えている。このような3次元形状処理システムにおいて、本発明では、図2に示すように、直交座標系で示される3次元空間を以下の基礎で8つ（S1～S8とする。各図では、1から8までの数字で示す）に分類する。

S1: x > 0, y > 0, z > 0  
S2: x < 0, y > 0, z > 0  
S3: x > 0, y < 0, z > 0  
S4: x < 0, y < 0, z > 0  
S5: x > 0, y > 0, z < 0  
S6: x < 0, y > 0, z < 0  
S7: x > 0, y < 0, z < 0  
S8: x < 0, y < 0, z < 0

【0007】ところで、視点が固定されている方向だけ自由な視線ベクトルについて言うならば、そのベクトルの向きととることができる可能性の集合は球になるが（図3参照）、この球を前記の8つに分割した空間に割り当てて（対応付けて）8分球に分割したとき、それらのベクトルが8分球の8分球に含まれるかということで分類することができ（図4参照）。また、分類対象となるベクトルが座標軸に一致して、8分球（8つの領域）のうち4つの分球（領域）に属するような場合には、そのベクトルと、同時に前記4つの分球に分類される他のベクトルとの内積がそれらの二つのベクトルの成す角が90度を超すことがないために必ず正であり、他の4つの分球に分類される他のベクトルとの内積は二つのベクトルの成す角が必ず90度を超えるので必ず負である。また、例えば前記領域S1に含まれるベクトルの場合、同じ領域S1に含まれる他のベクトルとの内積は必ず正となる。なお、分類した結果は、一つの面に対して1バイト（8ビット）のメモリ領域を用いてビットパターンとして記憶する。例えばは球のベクトルがS10領域、つまりx、y、z成分がすべて正である場合には00000001とし（図5（a）参照）、S4の領域に含まれるベクトルであった場合には00001000とする。また、座標軸に一致するベクトルであった場合には、例えばはX軸負方向のベクトルならばx成分が負の領域のビットをすべて立てて10010000と、y軸正方向のベクトルならばy成分が正の領域のビットをすべて立てて00110011とし（図5（b）参照）、Z軸正方向のベクトルならばz成分が正の領域のビットをすべて立てて00001111とする。また、XY座標平面上にあり、且つx成分が負でy成分が正であるならば00100010とする（図5（c）参照）。このようにして、3次元形状のそれぞれの面の法線ベクトルを基準となる座標系で

分類することができ、同時に、視線ベクトル（視線方向ベクトル）も例えばは8つの領域中のどれかに分類することができ、また、面の法線ベクトルは形状変形などを超えらな限り視線ベクトルが変化しても変化しないので、前記のようなビットパターンをそれぞれの面または法線ベクトルに対応付けて予め記憶させておくことができる。例えばは球の3次元形状のそれぞれの面がXY座標平面、YZ座標平面、ZX座標平面のいずれかに平行である直方体の場合、すべての法線ベクトルが座標軸方向であるため、法線ベクトルは前記のような座標軸に一致する場合のビットパターンで記憶しておくことができ、視線ベクトルの属する空間を判定するだけで容易に内積が正か負かを知ることができ、一般的な3次元形状であっても、それぞれの面の法線ベクトルの属する領域を前記のようなビットパターンで記憶しておき、視線ベクトルの含まれる領域によっても同様に内積の正負を容易に判定することができ、

【0008】図6に、本発明の実施の形態の動作フローを示す。以下、図6などに従って、この実施の形態の動作を説明する。なお、対象となる3次元形状の形状データは外部記憶装置6に既に記憶されているものとする。このようにして、この実施の形態では、まず、利用者（例えばは対象となる3次元形状の名前を指示する。そうすると、データ処理部1は指示された3次元形状の形状データを外部記憶装置6から読み出し、その形状データ中からそれぞれの面のデータを取得し、例えばはそのデータからそれぞれの面の中心位置を求め、さらに、それぞれの面の中心位置における法線ベクトル（法線方向）を求める（S11）。続いて、データ処理部1は法線ベクトルのx、y、z各成分からそれぞれの法線ベクトルの属する空間が8つの領域（空間）中のいずれであるかを求め（S12）、その領域を示すビットパターンをメモリ5に記憶する（S13）。その際、法線ベクトルが座標軸上や座標平面上にあって投影の領域に属していたならば、それらの前記のようなビットパターンを記憶するのである。前記のような処理を対象とする3次元形状のすべての面について行い、すべての面について終了すると（S14でYes）、引き続き次のステップへ進んでもよいし、ここで中断してもよい。また、この処理をすべての3次元形状について、利用者の指示によらずに自動的に実行しておいてもよい。その後、引き続き処理されない場合は利用者による3次元形状名（指示）に従って、データ処理部1は形状データを読み出し、例えばはそのとき利用者が指示された一つの視点（前記3次元形状の位置関係から視線ベクトルを求め（S15）。そして、求めた視線ベクトルの属する8分領域を求めてそのビットパターンを求め（S16）。さらに、メモリ5に記憶しておいた各面の属する8分領域（空間）を示すビットパターンの中から最初の面のビットパターンを取得し、そ

分類することができ、同時に、視線ベクトル（視線方向ベクトル）も例えばは8つの領域中のどれかに分類することができ、また、面の法線ベクトルは形状変形などを超えらな限り視線ベクトルが変化しても変化しないので、前記のようなビットパターンをそれぞれの面または法線ベクトルに対応付けて予め記憶させておくことができる。例えばは球の3次元形状のそれぞれの面がXY座標平面、YZ座標平面、ZX座標平面のいずれかに平行である直方体の場合、すべての法線ベクトルが座標軸方向であるため、法線ベクトルは前記のような座標軸に一致する場合のビットパターンで記憶しておくことができ、視線ベクトルの属する空間を判定するだけで容易に内積が正か負かを知ることができ、一般的な3次元形状であっても、それぞれの面の法線ベクトルの属する領域を前記のようなビットパターンで記憶しておき、視線ベクトルの含まれる領域によっても同様に内積の正負を容易に判定することができ、